

⑤ 芽生えが密に出た時は密のままに育ててよいであろうか。

〔素材研究の結果からは、少くとも50cm以上はなさなければならないことが目安として示められている。〕

次年度には、今年度未完であった課題（おもに生長以後の問題）についてさらに検討し、ヒマワリの教材としてのかくされた価値を開発していきたいと考えている。

C ジャガイモの養分と成長

広野 樹¹ 高橋寿栄² 池田昌弘³ 山岸秀夫⁴

4年「ジャガイモ」は、現行指導要領からひきつがれた素材である。しかし、ねらいや扱い方は、じゅうらいの栽培教材としての性格から大きくかわり、成長と環境との関係、養分と成長の関係が大きくとりあげられ、実験や成長過程の観察をさらに加えた、いっそう教材性の高いものになってくることが予想される。^{1,2)} とくに、養分としてのとらえかたは、3年水栽培のあとを受けて、5年発芽、呼吸、6年光合成へとつらなる植物の基本的機能へ目をむける第一歩である。したがって、ここでの指導の良否は、以後の生物教材の学習全体へ大きく影響してくることになる。

ところで、この「ジャガイモ」は、教師にとって頭の痛い問題を数多く含んでいた。そのことは、われわれがこの研究と並行して実施したアンケート調査（付表参照）にも端的にあらわれている。その上長期の継続観察の中に新指導要領でうたっている問題解決の場面を有効に折りこむためには、今まで以上に周到な素材についての情報収集、研究が必要になってくる。

このように考えてみると、長年教材としてとりあげられていながら、ジャガイモに関する役に立つ知見が、いかに少ないかがわかる。そこで、今年度、筆者らは、教材のねらいを念頭におきながら、

① ジャガイモの成長過程の概括的展望 ② 成長にともなう内部組織・器官の形成過程 ③ 成長にともなう養分の消費過程 の3方向から基礎的な資料をえることを目的として素材研究を進めてきた。まだ、不じゅうぶんな点も残されているが、第一報としてまとめ発表することにした。なお、付表としてのせたアンケート調査の結果は、県下、各地区の先生がたのご好意によってまとまったものである。

注) 1 県立教育センター 2 枋尾地区理科教育センター

3 直江津・頸北・頸城地区理科教育センター 4 東頸城地区理科教育センター

1 ジャガイモの成長過程

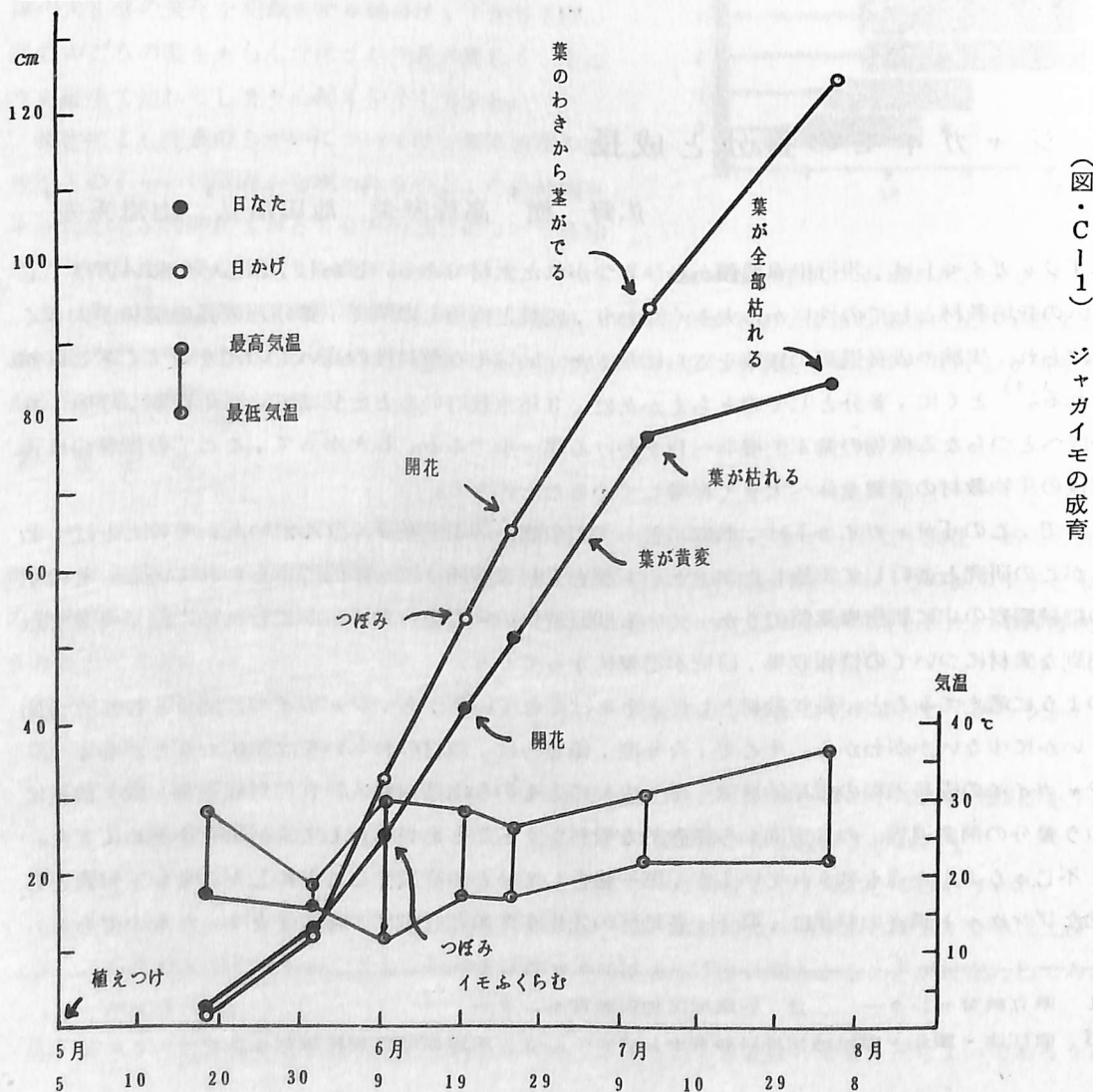
小学校4年で扱われる「ジャガイモ」では、根・茎・葉が育つとき種イモの養分が使われ、新しくできた養分は子イモに貯えられること、日光の照射量の違いは茎・葉・子イモの育ち方に現われてくことなどをねらいとして学習活動が展開される。そこで通常小学校で実施されているように畑で栽培し、成長に伴って現われる目だった特徴を観察記録し各部の成長の相互の関係を考察した。

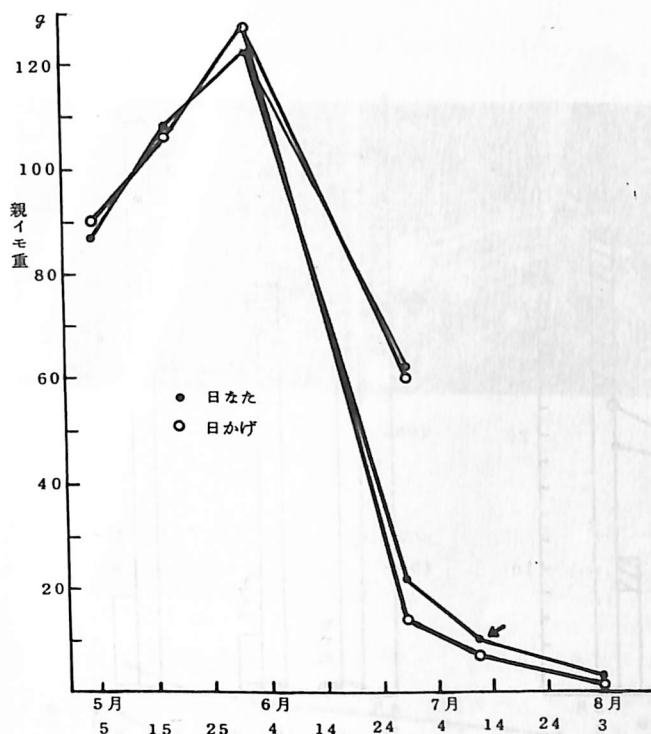
比較のため一方はこもで日光をささぎり（以下日かげと呼ぶ）他方は日光がよくあたる（以下日なたと呼ぶ）ようにして栽培した。栽培方法および観察方法は次のようである。

(1) 観察の方法

① 栽培期間と種イモ 5月5日植えつけ～8月4日最終堀りおこし。種イモの品種は「男しゃく」で自家採種したもの。1個の重さ70～90gのもの50個を使用した。

② 栽培した畑 毎年ジャガイモを栽培していた畑で黒色土、日光がよくあたり水はけは中程度





(図・C-2) 親イモの重さの変化

③ 植えつけ うねは、およそ幅 40 cm 高さ 20 cm, 間隔 70 cm, 株間 30 cm とし、約 4 cm の深さに植えた。堆肥は使用しないで基肥として馬鈴薯 1 号一握りを株間に施した。一方のうねは上部をこもでおおい日かげにした。

④ 植えつけ後の手入れ 茎が 10~15 cm になった 5 月 31 日頃芽かきを行ない 2 本立てとした。土寄せは約 4 cm の高さに行なった。追肥は 6 月 9 日過磷酸石灰を一握り株間に施した。日かげの方は茎の伸長を妨げないようおおいのこもを時々引き上げた。

⑤ 草たけと葉数 草たけは、地面から最上端の節間の伸びていない葉 2~3 枚を除いた下の葉のつけねまでとし、土寄せ後は覆土分を加算した。同時に葉数も数えた。約 10 日間隔。

⑥ 各部分の秤量 1 回に 5 個ずつ掘りおこし、親イモ、根、茎、葉、子イモに分けて秤量した。

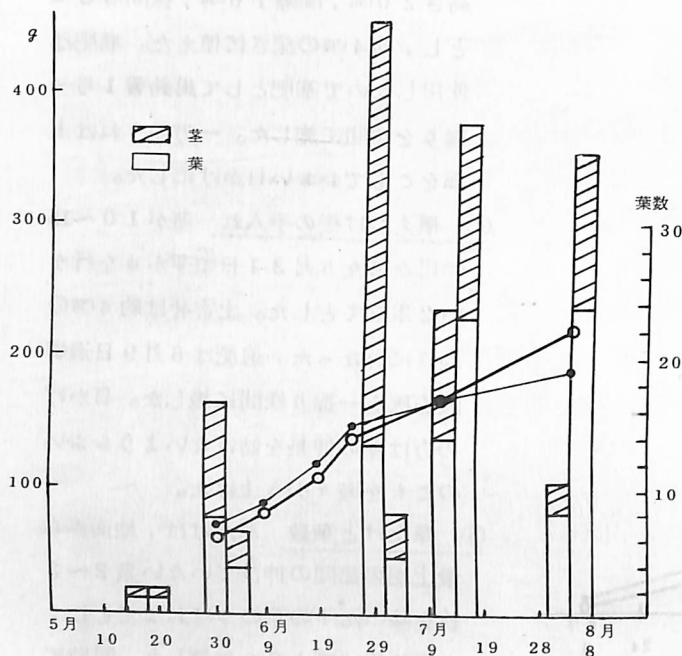
掘りおこし調査は、①地上に芽がでた。②子イモができなかった。(日なたの草たけ 15 cm くらいの頃) ③葉が黄色になりなかった。④下葉が枯れなかった。⑤葉がほとんど枯れたのち時期にわけて行なった。

草たけと葉数は植えつけ時の種イモの重さ約 80 g のもの 5 個の平均値をとり、また種イモ、根、茎、葉、子イモの重さは、植えつけ時の種イモの重さ約 90 g のもの 3 個の平均値をとってグラフに表わした。最高、最低気温は栽培地のものである。

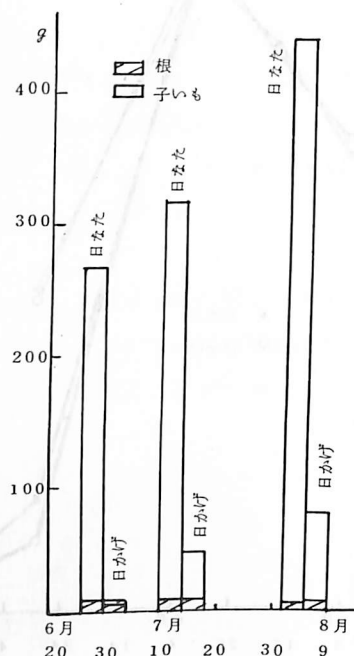
植えつけ後、日なた・日かげともに 18 日目地上に芽が出た。以後 13 日間草たけの伸びは同じである。その後は日かげの方の伸びはさかんで日なたとの差が大きくなる。(図・C-1) 気温が上昇するにしたがって両方とも伸びは順調に進むが、日なたの方は 7 月下旬頃から伸びは緩慢となり葉の重みで倒伏するものも出てくる。その頃日かげのものでは葉のつけねから茎がでてくるのが顕著になる。つぼみのつきはじめ、開花の時期は、日なたの方では約 10 日間くらい遅れる。草たけが伸びても日かげの方の葉数は日なたの方とほとんど変わらない。(図・C-1, 図・C-3) 日かげの葉は小さく弱々しくて完全な複葉にはならず葉の先端のみが大きく広がる。子イモができかかるのは、草たけが日なたでは 15 cm くらい、日かげでは 32 cm くらいの時であり、つぼみのつきはじめの時期には子イモが直径 0.5~1 cm くらいにふくらんでいることが、芽かきおよび追肥の作業の際に観察された。

子イモができる部分は根に比べて幾分短大でかつもろくエンドウの幼芽のように先端が分れている。

(2) 各部分の変化



(図・C-3) 茎・葉の成長



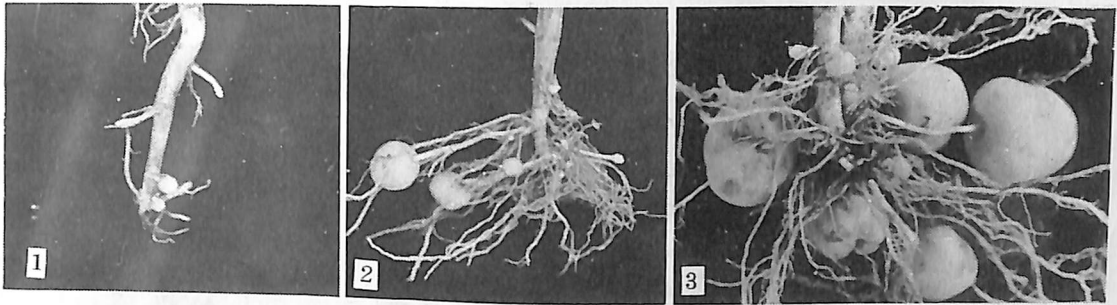
(図・C-4) 根部・子イモの成長

- ① 種イモ(図・C-2)日なた, 日かげともに変化の傾向に大差はない。植えつけ後1か月くらいはむしろ重さが増加し, 後1か月の間に減少する。地上部の成長に伴って重さの減少の著しい種イモは, 一部分腐敗していたり皮だけの状態で残ったものである。
- ② 地上部(図・C-3)茎・葉の成長がさかんになる6月下旬頃は, 日かげの方は葉よりも茎がよく伸び, 日なたの方は茎に比べ葉が優勢である。そしてその時期を過ぎれば, 日なたでは子イモが充実してやがて葉が黄変してくる。日かげでは10日間くらい遅れて草の勢いがでてくるため, 葉が広がって間もなく黄変する時期を迎えることになる。日かげの葉は葉柄が長く先端が広がった三つ葉状である。
- ③ 地下部(図・C-4)子イモができかかってからの根の成長はほとんどないようである。子イモのできる様子は, 日なたの方と日かげの方では著しい違いがある。子イモのでき方を地上部と関係づけてみていくと, 子イモができかかるのは, 日なたでは草たけが12~15cm頃で, イモのふくらみがはっきりわかる時期はつぼみの頃である。日なたの葉が黄変する頃には子イモは充実する。各時期の子イモの様子は写真のようである。(図・C-5, ①, ②, ③)

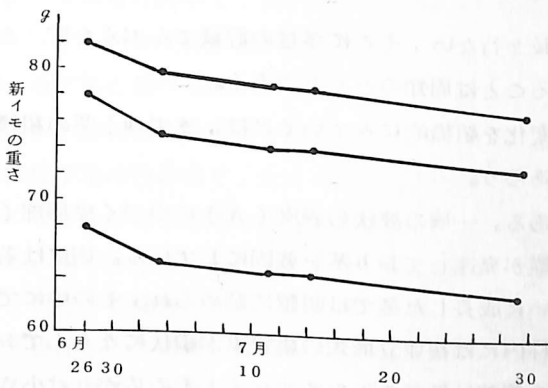
(3) 成長についての考察

草たけの伸びだけでみていくと, 伸長した方がよく成長したように考えられるが, 葉の育ち方と茎の育ち方, さらに葉数を関係づけてみていくと徒長していることが明らかになる。日かげの方の開花が遅れるのは, 日なたの方に比べ日射量の少ないことからくる成長の遅れによるものと思われる。また, 地温が日なたに比べいつも低いことも多少関係するのであろう。

種イモは植えつけ後一定期間重さの増加がみられるが, これは吸水によるものであり, 畑に植えられ



(図・C-5) 子イモの成育



(図・C-6) 新イモの収穫後の重さの変化

た種イモは、失われた水分の補充を行なって、後根・茎・葉を形成する。イモでも、種子と同様に吸水が発芽のための必要条件になっていると思われる。植えつけ時の種イモは相当な乾燥状態になっているわけで、このことは、収穫直後のイモについて重さの変化を調べた(図・C-6)に示すように土中と貯蔵期間の水分量の違いの大きいことからわかる。収穫後のイモは、最初は表皮がうすく時間の経過とともに表皮が厚くなり、蒸散は少なくなっていく。

成長にともなう種イモの重さの減少は、

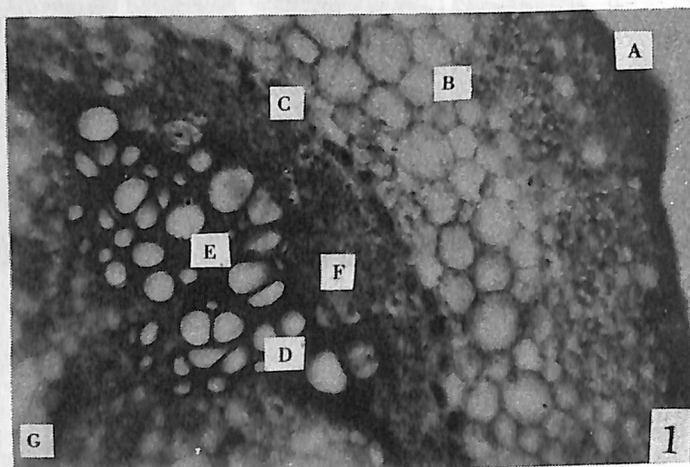
腐敗による内容物の流出によるもので、腐敗しないものでは、収穫時にも外観は植えつけ時と同じような固い種イモのままである。指導にあたって、イモの中が空洞になったり、軟かくなることを養分の減少と直ちに結びつけ、種イモを外部から観察するだけで結論づけようとするのは誤りであろう。

子イモの生産が茎・葉の充分な成長に関係してくることは、重さでみた茎と葉の育ち方と葉数の関係をみると明らかになる。葉数が同じでありながら日かげの方は葉の重さが少ないことは、葉が充分に成長していないことになる。そのことは、茎との割合でみるとよりはっきりする。

よく成長していることをジャガイモで見せ、成長の意味をわからせるためには、茎や葉がもやし状にならない程度の適当な日かげを作って栽培したものと、日光のよくあたる場所で栽培したものを比較観察させる必要がある。また、「ジャガイモ」の指導で一つの重要な節になっている子イモのでき方を見ていくための地下部の観察は、①つぼみの時期、②開花の時期、③葉の黄変した時期というように地上部と関係づけて行なうとよいであろう。

図中の記号(図・C-7)

- A.....表皮
- B.....皮層
- C.....内皮(でんぶん鞘)
- D.....維管束
- E.....木部
- F.....篩部
- G.....髓



2 内部組織の検討

(1) 茎のつくり

ジャガイモのいもは地下茎の一部が異常な肥大成長を行ない、そこに多量の貯蔵でんぶンを貯えた茎の特殊形態であり、また栄養生殖器官にもなっていることは周知のとおりである。

このジャガイモを植えつけて、その成長の各期の変化を組織的にみていくには、まず地上茎の組織がどのようになっているかを知っておくことが基本であろう。

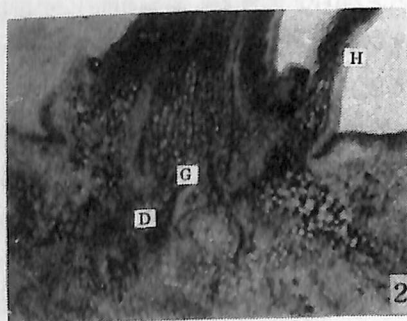
①は成長した太さ1cmほどの茎の横断面の一部である。一層の波状の表皮(A)につづく皮層部(A)の外側の細胞断面は内側のものより小さく、厚角組織が発達しており茎を強固にしている。内皮は若い茎ではあまりはっきりと認められないが、このくらいに成長した茎では明瞭に認められ、その中にでんぶんを含んだでんぶん鞘(C)となっている。中心柱内には複並立形式の維管束が環状にならんでおり、木部(E)の外側と内側に篩部(F)がある。内部の篩部は外部のものに比べるとその広がりはいさひ傾向がある。木部の細胞は成長するにしたがい細胞膜は肥厚して、そこは木化が著しくなる。この木化した厚膜細胞が、となりの木部とつながり環状に茎の内部に分布し茎の機械的な支持作用をはたしている。中心柱の中央部の髓は広く大型の柔細胞で満たされている。

(2) 茎からの枝葉および根の分化

たねいもから発芽した芽が数mmになったとき、すでに枝葉になる突起や根になる突起が茎の節にあたる部分から出ているのがみられる。

外見的には、枝葉になる突起は原始葉とその葉腋に小さな側枝の原始体をもっており、根になる突起は白色をおびており枝葉になるものに比べやや太いので区別はつく。しかしその分化を組織的にみると発生上この両者は異なっている。

枝葉の原始体は表皮下の皮層の部分に発生し、そこから外生的分枝をするのに対し、根の原始体は内皮と維管束の間部である内鞘の部分に発生する内生分枝で、内皮、皮層、表



皮を貫いて成長してくる。

②は枝葉になる突起の部分を主茎の横断面で切ったもので、両側の④の部分葉になるところで、維管束(D)、髓(G)がはっきりと分化してきている。

③は根になる突起の部分を②と同様な面で切ったもので、枝葉の突起に比べ、中心柱の占める割合が小さく、髓の部分は狭い。この両者のちがいは突起の横断面をみればさらによくわかる。

④は枝葉になる突起の横断面である。中心部の広い髓をとりまいて維管束があり、皮層の部分には第2次の枝葉の内生的分枝の原始体(I)がみられ、全体的にはやや扁平であるが主茎と基本的には同じことがわかる。

⑤は根になる突起の横断面で、枝葉になるものと比較すると皮層の部分が中心柱より広く、内皮は明瞭である。中心柱内の維管束構造は簡単で、放射維管束型の木部外原形の五原型であることがよくわかる。

(3) 地下茎と根のちがい

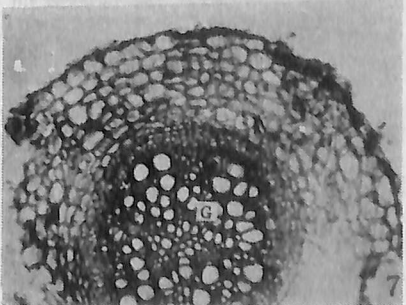
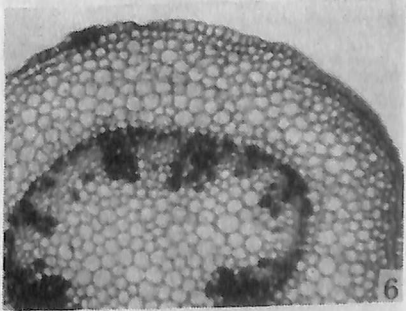
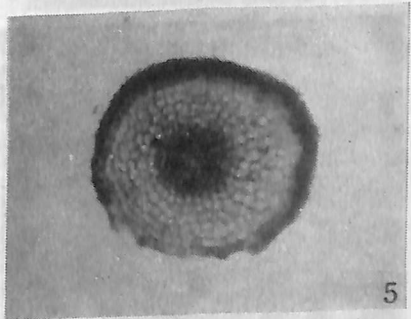
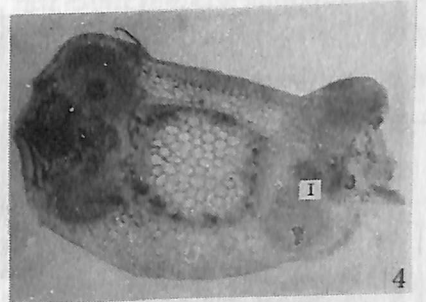
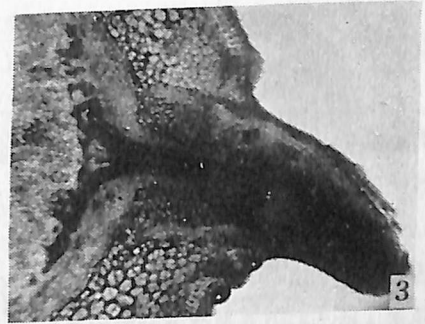
主茎から分化した地下茎と根とのちがいは、外見的な観察からは地下茎は色が白く、太いがすぐに折れやすいこと、また節のようなところがあってそこから毛のような細い根が出ている。根の方は長く伸びており先の方や途中で枝分かれしていて色は少し褐色である。これらのことから児童に「イモのつく根はふつうの根とはちがうらしい、茎ではないだろうか」という見方を形成させることができよう。

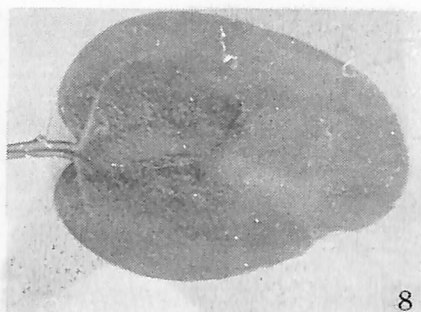
組織的には次のような明らかなちがいがある。

⑥は地下茎の横断面である。皮層や維管束組織内に厚角、厚膜細胞がなく機械的な支持組織に欠け全体が柔かい細胞でできているほかは前述の地上茎のつくり①と基本的に同じである。

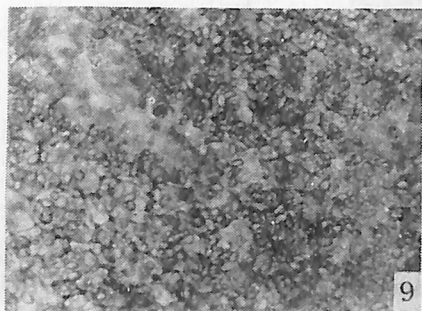
⑦は成長した根の横断面である。分化したばかりの初期の根④に比べ内皮はいっそう明瞭になり五原型の原生木部の内方に後生木部(G)が分化発達し、髓はほとんどなくなり典型的な根特有の放射維管束形を示している。

また木部は木化し、木部と内皮の間の内鞘はコルク化して褐色になり根を地下茎とちがった強固なちぎれにくいづくりにしている。

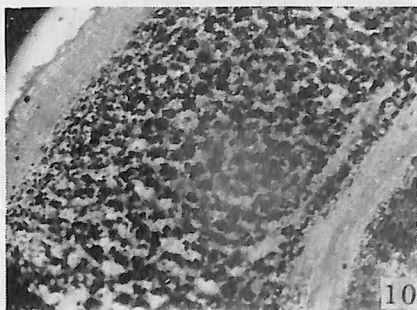




8



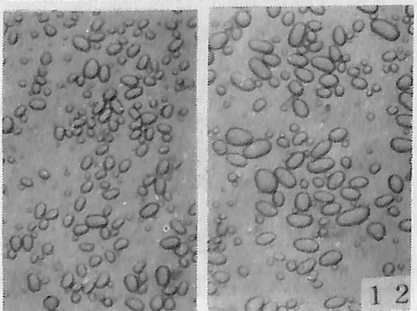
9



10



11



12

(4) 新イモの組織と貯蔵でんぷんの形成

先端部が肥大成長し塊茎となった地下茎を2つに縦断してみると、維管束が周囲をとりまいており髓の部分で肥大成長しているように見える。

[8]はこれをヨース溶液につけてでんぷん反応を調べたものである。貯蔵でんぷんは維管束組織を除く柔組織に広く分布していることがわかるが、中央の柔組織の中でもところどころに白いすじとして反応を示さないところが認められる。

この部分は大型の柔細胞の間に管状の細い細胞が数本束になって入っているところで、ここにはでんぷんは認められない。これは独立した篩部が髓中に網目状に分布しているもので同化でんぷんが糖としてはこばれてくる道路として役立つものと考えられる。

[9]はこの管状細胞の周辺部である。管状細胞の近くでは貯蔵でんぷん粒は小さく、そこからはなれるほど大きいものが多いことは、貯蔵でんぷんの形成がこの管を中心にして行なわれていることを示唆している。

[10]の左上部は表皮側で、皮層の外側数層にコルク組織が発達している。これがいわゆるイモの薄皮である。右下の白い部分が維管束で、ここでもその周りのでんぷん粒が皮層内部のものに比べ小さいことがわかる。表皮側の細胞は小さくその中ででんぷん粒も小さい傾向が見られる。[11]は表皮側を拡大したものである。

維管束よりやや内側では細胞は丸みを帯びて貯蔵でんぷん粒は大きいものが多く、これより中央部に近づくと細胞の形は細長くなり、大小さまざまなでんぷん粒が混在し、小さいものが増える。中央部では角ばった細胞になりでんぷん粒は少ない傾向であった。

(5) いもの成育と貯蔵でんぷん粒の大きさ

塊茎の生育状態と貯蔵でんぷん粒の大きさには関係があり成長初期の長径1cmくらいの塊茎中では10μ内外のものが多く、長径2cmくらいの塊茎では35μ以上に達するものが見られ、長径5cm以上の塊茎では50~100μのものが認められる。[12]の左は長径1.5cm、右は長径5cmの塊茎の中央部をとり、スライドガラスになすりつけて検鏡したものを同倍率で引きのばしたものである。

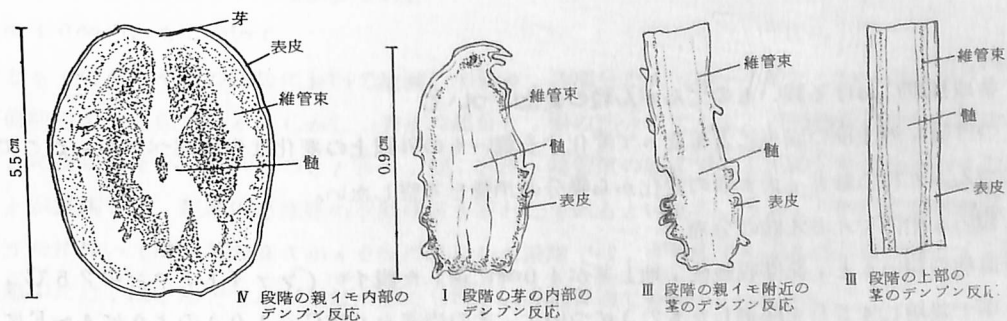
3 養分の消費過程の検討

(1) 地上部の成長にともなう親イモおよび地上部組織中のでんぷんの分布について

各成長期における、親イモの中でのでんぷんの分布と、発芽成長した地上部の組織中におけるでんぷんの分布を調べるために、ヨード・ヨードカリ溶液によるでんぷんの呈色反応を用いた。成長期の区分は、①発芽後芽の長さ1cmのもの、②10cmのもの、③20cmのもの、④40cmのものと4段階にわけた。親いもについては、頂芽とへそ（塊茎が地下茎についていた部分）を通る厚さ1mmの縦断切片を材料として用いた。地上部の茎については、同様に縦断切片をつくり、葉についてはそのまま用いたが、事前にアルコールによる葉緑素の抽出処理を行なった。これらの材料については、でんぷん反応を容易ならしめるため、3分間の煮沸処理をし、その後、き釈したヨード・ヨードカリ溶液に3分間浸した後、呈色反応の比較をした。次の表は、各部分についての呈色反応の結果を示したもので、表中の（－）（＋）の記号は、反応の度合いを示している。

（表・C-1） ヨード反応によるでんぷんの分布

成長期	親いも内部の反応	親いも附近の茎	上部の茎	葉
I 発芽後 1cm	髓と芽の部分にわずかに未反応の部分が認められたが、全面的に反応が著しい（卅）	維管束部分に反応が認められた。（卅）		
II 発芽後 10cm	髓、芽の部分の未反応部分が広くなり、維管束部分の未反応が目立ち始める。（卅）	維管束の部分と髓の部分にも反応が認められた。（卅）	維管束の部分に点状に反応が認められた。（十）	反応は認められなかった。（－）
III 発芽後 20cm	髓、芽、へそ、維管束の附近の未反応部分はさらに広くなり反応部分の色はうすい。（卅）	IIと比較すると反応は少なくなっている。（卅）	IIとほとんど変わらない。（十）	IIと同様である。（－）
IV 発芽後 40cm	髓、維管束の部分を中心に未反応部分は全体の半分以上の面積をしめる。反応部分の呈色はさらにうすい。（十）	親いもの直近の部分の髓中にわずかに反応が認められた。（十）	維管束の部分にも反応は認められない。（－）	周辺部に同化でんぷんが認められた。（－）



（図・C-8）

(2) 地上部の成長にともなう親いもおよび地上部組織中の還元糖の分布について

親いもの細胞中に貯蔵されていたでんぷんは、還元糖に分解され、養分として吸収されるわけであるが、発芽成長がはじまる時期には、親いもの内部、茎、葉にこれらの還元糖が存在するようになる。

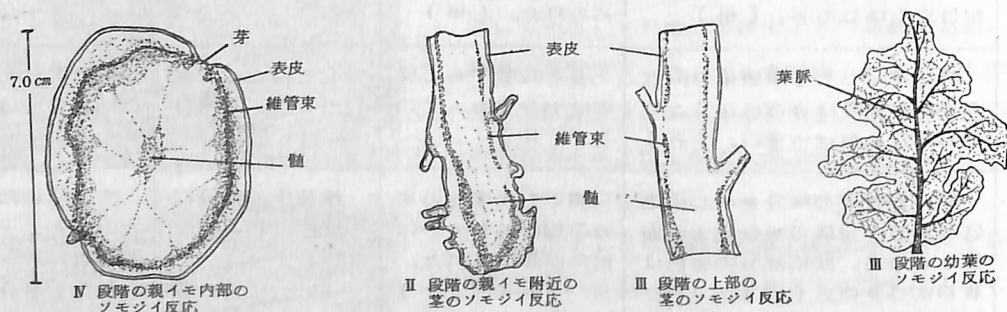
そこで、(1)で述べたでんぷんの分布とともに還元糖の分布状況についても調べてみた。試薬としては、ソモジイ・アルコール溶液 を用い、10分間湯煎し、呈色反応の比較を行なった。

成長期の区分、親いもの茎、葉の材料の処理については、(1)と全く同様に行なった。結果は、でんぷん反応と全く正反対の呈色反応を示し、でんぷん反応があらわれなかった髓、維管束、芽、へその附近には、還元糖の存在を示す黄色のソモジイ反応が現われ、でんぷんの反応の現われた部分には、ソモジイ反応が認められなかった。各成長期における各部分の反応度についての結果を示したのが次の表である。

(表・C-2) ソモジイ反応による還元糖の分布

成長期	親いも内部の反応	親いも附近の茎	上部の茎	葉
I	十(芽の附近が著しい)	卅(芽全体に呈色)		
II	卅(維管束にもみられる)	卅(下部、維管束)	十(維管束周辺まで)	卅(全体呈色)
III	卅(髓の部分も著しい)	十(同上)	十(維管束部分だけ)	卅(特に葉脈)
IV	卅(髓、維管束周辺部)	十(全体ややうすい)	一(はっきりしない)	卅(同上)

(図・C-9)

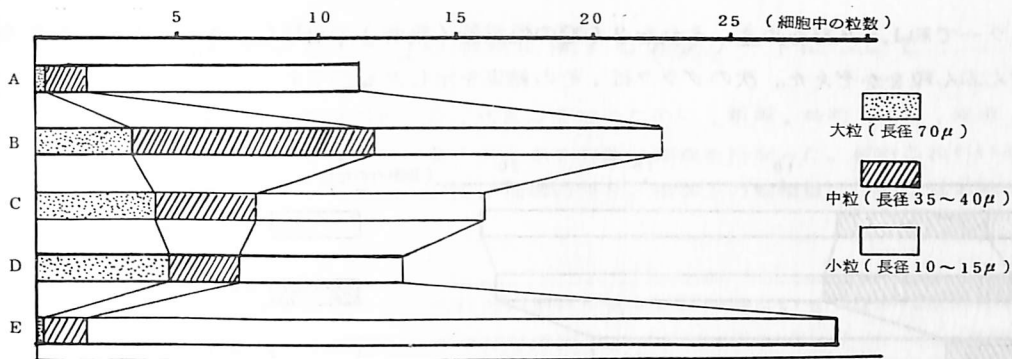


(3) 各成長期における親いものでんぷん粒の変化について

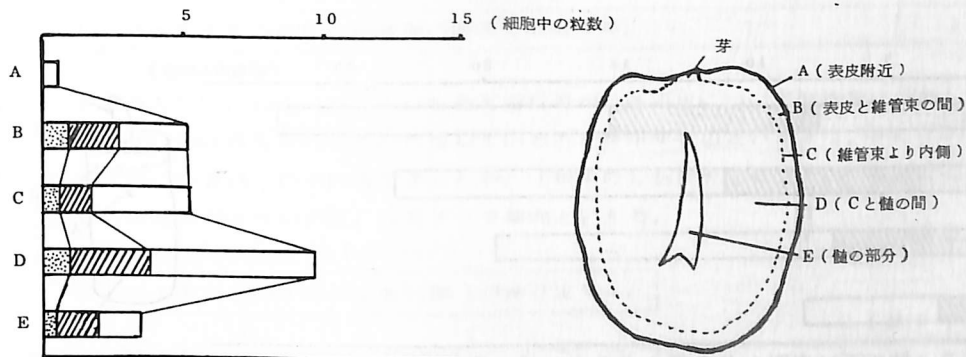
植えつけ後、地上部の成長にともなう変化する親いもの外観上の変化は先に述べたが、ここでは、さらにでんぷん粒の数と、大きさの変化から養分の消費を考察したい。

① 親いも中のでんぷん粒の分布

発芽直前の親いもと、発芽成長後、地上茎が40cmに達した親いも(ファイトトロン中25℃、パーライト中で栽培し45日を経過したもの)について、その内部を(図C-10)のようにA~Fに区分し、それぞれの部分の細胞を顕鏡した。細胞内のでんぷん粒の測定では、大・中・小に分類して、その



(図 C-10) 発芽直前の親イモ中のデンプンの分布



(図 C-11) 発芽成長の親イモ中のデンプンの分布

数を記録した。上のグラフは，5細胞について測定した平均値を示してある。

○発芽直前のイモについて

ここでは，表皮と髓の部分は大粒のでんぷん粒は少なく，それに対して小粒が多い。Dの部分では，最も大粒のでんぷん粒が多く，小粒が少ない。

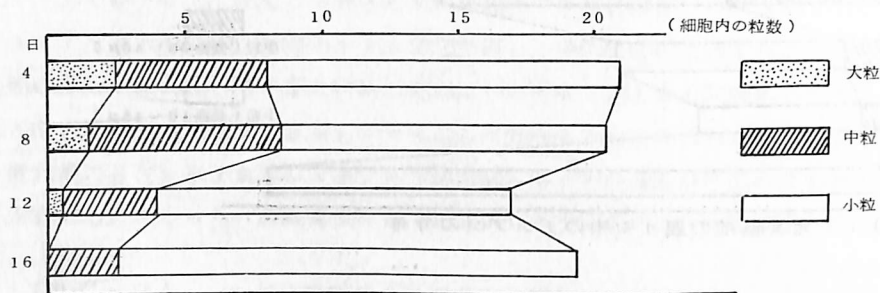
○発芽後40cmのいもについて

各部分とも，でんぷん粒の総数において激減しており，各部分の大・中・小粒についての傾向は，ほぼ，発芽直前のイモと似ている。しかし，表皮の部分と，髓の部分のでんぷん粒の総数は極端に減少していることに注目したい。これらのことから，髓，表皮，維管束の順にでんぷんの分解作用が行なわれていることが推測され，組織内の細胞の活動状況を表わしているといえる。なお，一般的に畑に栽培したジャガイモについては，茎の高さが40cmに成長した段階では，さらにでんぷんの消費が激しく，親いもの組織中には，ほとんどでんぷん粒が認められないのが普通である。

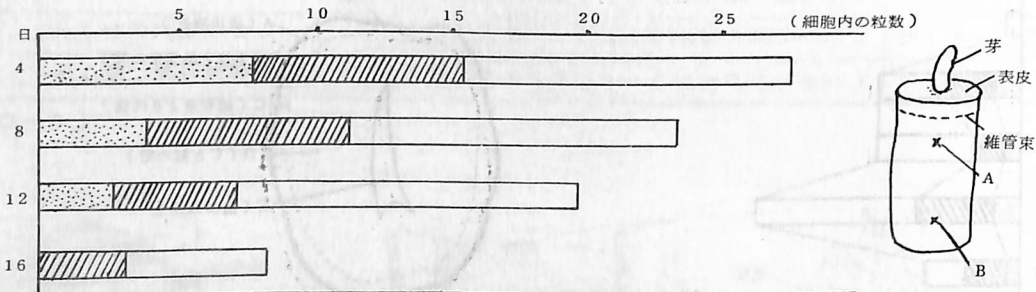
② 親イモのでんぷん粒の消費過程について

親イモのでんぷんの消費過程を実験的に確かめるために，親イモから芽の出ている部分を中心にして，

コルクボーラーで約1.5g打ちぬき、それを25℃の恒温器（暗所）で栽培し、4日ごとに1細胞あたりの平均でんぷん粒をかぞえた。次のグラフは、その結果を示したものである。



(図C-12) 維管束に近い内部 (Aの部分) のデンプンの消費状況



(図C-13) 髓に近い内部 (Bの部分) のデンプン消費状況

Aの部分については、大粒のでんぷんは、しだいに減少しているが、中粒は8日目、小粒は16日目に最大値を示している。Bの部分は、発芽直前のでんぷんの分布状況をそのまま保って、大・中・小粒とも減少している。このことは、でんぷん粒が分解する過程で、大→中→小の過程をへること、髓に近い部分のでんぷんが早く消費され、表層部へ移動するものと考えられる。なお、コルクボーラーによって打ちぬいたため、傷をうけた表皮の部分はカルス化し、その部分には全く、でんぷんは認められなかった。(写真は、4日後、16日後、24日後の図・C-13のBの部分の細胞中のでんぷん粒を示



(図C-14) デンプン消費

(付表) 「ジャガイモ」の教材に関するアンケートについて

現場でのジャガイモ教材の扱い方、考え方を知るために、新潟、長岡、佐渡、高田、直江津、栃尾、粟頸の各地区について、4年担当者152名を対象に調査を行なった。教材のねらいをどこにおいているか、栽培に関しての条件整備の状況、指導の現状、指導上の問題点はどこにあるか、などを中心に以下分析を試みた。

① 教材のねらいについて

ジャガイモの学習にはいろいろねらいがありますが、一番たいせつな点は次の中のどれとお考えですか。(5つの選択肢から1つだけ選択)

(表1)

(ア) ジャガイモの栽培のしかたを知り、その生育のようすを理解する。	15.0%
(イ) ジャガイモの養分の使われ方と貯えられ方を理解する。	23.8
(ウ) ジャガイモの成長と環境との関係を理解する。	16.3
(エ) イモでふえる植物のふえ方を理解する。	24.5
(オ) ジャガイモの成長と根茎葉の関係を理解する。	20.4

○上記のように、ねらいがいろいろ考えられるが、各項目について解答数は分散している。これは、現場ではいろいろな受けとめかたをしていることを示すものといえよう。(ア)と(エ)の項目は現行の学習指導要領に示されている内容であったが、「栽培のしかたを知る」ということをこの教材のねらいとしている教師が少ないのは、注目すべき傾向といえる。

② 条件整備の状況について

ジャガイモを栽培する畑(教材園)がありますか。

(表2)

学級規模 項目	10人以下	11～20人	21～30人	31～40人	41人以上	総平均
(ア) ある	36.4%	73.4%	89.0%	83.6%	74.0%	77.6%
(イ) ない	63.6%	26.6%	11.0%	16.4%	26.0%	22.4%

○教材園の有無の現状は表の通りであるが「ある」と答えていても、ほとんどは満足のゆく広さのものではないようである。「ない」と答えた学校では、箱植えだけに頼っているもの(14校)、花だんのすみや校庭のすみに栽培しているもの(10校)、原野、荒地を開墾して栽培しているもの(8校)であった。また、教材園と、箱植え、児童の家庭の畑と並行して実施しているものもあった(23校)。

栽培している株数はどのくらいですか。

(表3)

学級規模 項目	10人以下	11～20人	21～30人	31～40人	41人以上	総平均
学級平均株数	15.8株	20.7株	30.6株	23.7株	24.0株	24.0株
児童1人当平均株数	2.3株	1.4株	1.2株	0.7株	0.6株	0.8株

○小規模学級から大規模学級になるにつれて、児童一人あたりの株数が少なくなっていることがわかる。総平均をみると1人あたり1株に満たないのが現状といえるようである。

いつ植えつけをしましたか。

(表4)

4 月			5 月			6 月
上 旬	中 旬	下 旬	上 旬	中 旬	下 旬	
3.5%	31.5%	30.7%	18.2%	11.2%	3.5%	1.4%

○ほとんど、4月中旬から5月上旬までに植えつけは完了しているようである。しかし、雪消えがおいとか、単元のくみかえなどの理由から5月下旬以降に実施しているところもあり、正常な生育が期待できないのではないかとと思われる。

たねいもはどのようにして入手しましたか。(選択肢4)

(表5)

(ア) 農協、たね屋から	2.0%
(イ) 八百屋から	3.3%
(ウ) 児童の持ち寄り	94.7%
(エ) 学校に保存したもの	0

○ほとんど、児童の持ち寄りに依存しており、統一したたねいもで栽培されていないということが問題として指摘されよう。学校で前年度収穫したジャガイモが全く保存されていないのが現状のようである。

③ ジャガイモの植えつけ時の指導の現状について

たねいもを植えるときの切り方はどうしましたか。

(表6)

(ア) すべて切らずにそのまま植えた	2.6%
(イ) すべて2つ切りにして植えた	11.8%
(ウ) (ア)、(イ)と混ぜて植えた	66.5%
(エ) その他	19.1%

○その他の中には、3つ、4つ切、あるいはさいころ状に切るとか、内部をくりぬくなどの実験的な手法を試みている教師もあった。

たねいもの大きさ、重さのちがいについてどのように扱いましたか。

(表7)

(ア) 重さをはかった	2.7%
(イ) 大中小に選別して植えた	56.0%
(ウ) 大きさや重さのちがいは考えずに植えた	32.6%
(エ) その他	8.7%

○大きさや重さのちがいについて考えずに植えつけている例が比較的多いことは問題となろう。その他は表6の(エ)とほぼ同じ内容のものであった。

たねいもの観察で、内部のようすや養分についてどのようにとり扱いましたか。(記述式)

(表8)

- 内部のでんぷん粒について肉眼による観察をさせた…(7)
- 内部のでんぷん粒について顕微鏡による観察をさせた(6)
- ヨース反応を用いてでんぷんをしらべた……………(3)
- 茎の内部のしくみをみせた……………(5)
- テレビ視聴を利用した……………(5)

○数字は解答のあった実数であるが、養分についてのとり扱いをしている教師は少ないといえる。大部分は、芽の観察と、たねいもの色、手ざわり、形などの外部の形態の観察だけにとどまっているようである。

④ 植えつけ後の指導の現状について

植えつけ以後、地上部の観察はどの点で行なっていますか。

(表9)

(ア) 茎の高さ	42.2%
(イ) 茎の太さ	26.8%
(ウ) 葉の数	16.8%
(エ) 葉の大きさ	10.6%
(オ) 地上部の重さ	1.3%
(カ) その他	2.3%

○ (ア)～(カ)の観点について、1項目についてだけ実施しているものは、25.7%で、それは(ア)茎の高さに集中している。2項目についてとりあげているものは43.0%で、(ア)茎の高さ、(イ)茎の太さの組み合わせが半数以上であった。また、3項目以上の観点を取りあげているものは、31.3%であった。観察の視点の主体はやはり、茎の高さにあるようである。

植えつけ以後、地下部の観察はどのようにしていますか。

(表10)

(ア) 収穫時までそのままにしている	15.1%
(イ) 途中で掘り起して観察している	84.9%

○ 途中で掘りおこし、親いもの観察をさせているものが多いが、肉眼による外部的観察に終り、内部までの観察は少ないようである。また株数が少ないということから掘りおこしたものを再度植えつけている例も少なくない。また、地下部の観察が困難なことから、ガラス水槽に植えたり、水栽培をしたりしているが、目的を果たさないで終わることが多いようである。

⑤ 指導上の問題点について

継続観察に対する問題意識の持続をどのようにはかっているでしょうか。

○ 問題意識の持続というより、いかに継続観察(観察記録)を断絶させないようにするかということに教師は頭を悩ませているようである。班体制を組んだり、係などを決めたりして責任をもたせることに重点がおかれており、問題解決をはかる実験的手法はほとんどなされていないといつてよい。

ジャガイモの教材について、指導上どのような点が問題となりましたか。(記述式)

a 学習指導上の問題点

ねらいが多岐にわたることや、観察の視点を明確に示すことがむずかしいという内容のものと、長期の継続観察を通して、問題意識の持続をはかることが困難であるという内容の解答が多かった。

b 立地条件上の問題点

学校に教材園がないか、あっても狭すぎるため、十分な栽培ができにくいこと、また、農家の子どもは、家庭で経験しているため、関心がうすいこと、どうしても時間外活動になりやすく、その時間をとることに困難を感じているなどの解答が多かった。

c 栽培技術上の問題点

同じ条件のもとに植えたいもでも発育が一樣でなく、理論通りにゆかないところから問題が他にそれやすいこと、箱栽培、水栽培の失敗が多いこと、地下の部分の観察がむずかしいなどがあげられている。

d ジャガイモそのものについての問題点

花が咲くのにどうして実がならないのか、いもは地下茎の先端に養分がたまつたものであることの説明、たねいものくさってしまうとそうでないものがあることなどがあげられている。

おわりに

昭和44年4月より、昭和45年3月までの1年間共同研究をすすめてきた。

ショウジョウバエについては、主として野外におけるこれらのハエの活動状況の調査からはじめて、それらの形態や成長のようすなどを観察し、とくに、教材として活用する場合の留意点などについても成長段階にそって記載した。また、成長と温度の関係などについては、このハエの成虫の活動に限らず、幼虫の活動も非常に参考になることなどを指摘した。また、この行動の観察にあたっては、それぞれ適切な観点をきめる観察法がすぐれていることなど直接、教材としての活用面も強調した。

ヒマワリについては、本文中でも述べたが、本年度はたねの形態的特徴と成長初期までの追跡的研究を行ない、興味ある資料を得ることができた。次年度には、おもに成長以後の諸問題について検討していくつもりである。

ジャガイモについては、新指導要領で強調されている養分、光との関係をつかませるために必要な資料を集め、また、成長、分化の概念をはっきりさせられるように、器官形成過程を追跡した。これらの資料は、学校における栽培のヒントになるであろうし、各成長期のどこで、何をねらって観察すべきであるかを示しているであろう。環境要因として、温度を強調する傾向が強いが、イモのできかたには、光量の影響がはるかに大きいこともこの資料が如実に示しており、今後の参考になろう。また、養分をイモの中にある「何か」としてではなく、デンプンとしてとらえ、児童のとらえやすい視覚をたよりにして探究させる指導も容易であることを示している。デンプンと糖の相互移行についても興味ある結果がえられた。今後、さらに人工的な光量、温度などの制御によって、各成長期ごとの必須条件をさぐっていく必要がある。

文 献

- 1) 田中・池内・田辺：新潟県立教育センター研修員研究集録（小学校編） 7集（1970）
- 2) 野沢 謙：日本生態学会誌 Vol. 16, No. 1 1～7 （1956）
- 3) 駒井編：ショウジョウバエの遺伝と実験 培風館 （1952）
- 4) クナッパ（沼田・吉田訳）：実験生態学，古今書院（1962）
- 5) 坂村 徹：植物生理学，裳華房（1948）
- 6) 猪野俊平：植物組織学，内田老鶴圃新社（1964）
- 7) 柴田ほか：資源植物事典，北隆館（1964）
- 8) 猪野俊平：植物組織学 内田老鶴圃新社（1964）
- 9) 篠原尚文：生物デモ実験の新しい進め方 I 95～102 共立出版（1965）
- 10) 田辺・田中・池内：新潟県立教育センター研修員研究集録 19～36（1969）